

Univerzita Karlova v Praze

Přírodovědecká fakulta

Katedra zoologie



# **Reprodukční biologie hnědých skokanů**

## **České republiky**

*The Reproductive biology of brown frogs of the Czech Republic*

Žáčková Lucie

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Martin Šandera, Ph.D.

Praha 2012

Hned na začátek bych ráda poděkovala svému školiteli RNDr. Martinu Šanderovi, PhD. za věnovaný čas a cenné rady a připomínky, díky kterým jsem dokončila svoji práci.

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně s použitím citované literatury.

V Praze, 9. 5. 2012

.....

## **Obsah**

<b>1. Abstrakt (Abstract)</b>	<b>5</b>
<b>2. Úvod, cíle</b>	<b>6</b>
<b>3. Reprodukční biologie hnědých skokanů</b>	<b>7</b>
3.1. Charakteristika hnědých skokanů	7
3.2. Pohlavní dimorfismus	8
3.3. Hibernace a migrace	10
3.4. Vokalizace	14
3.5. Reprodukce	17
3.6. Vajíčka a snůšky	22
3.7. Vývoj zárodku a metamorfóza	27
<b>4. Diskuze</b>	<b>32</b>
<b>5. Závěr</b>	<b>33</b>
<b>6. Seznam použité literatury</b>	<b>34</b>

## 1. Abstrakt

Reprodukční biologie u žab je druhově specifická. Většina z nich vyhledává pro svoji reprodukci vodní prostředí. Výjimkou nejsou ani naši hnědí skokani, které najdeme ve vodě hned na počátku jara. Po zbytek roku se pohybují na souši a do vody se vrací jen někteří z nich za účelem hibernace. Skokani rodu *Rana* se označují jako hnědí skokani právě díky hnědavému zbarvení těla. Také se setkáme s označením zemní skokani, a to díky jejich převládajícímu suchozemskému způsobu života. Hnědí skokani si jsou vzhledově velice podobní a pro jejich rozlišení se používá kombinace více determinačních znaků. Zbarvení obou pohlaví se u jednotlivých druhů liší v závislosti na probíhající části roku. Rozdíly mezi samci a samicemi, ale i mezi druhy jsou nejvíce viditelné v období rozmnožování. Kromě zbarvení se druhy od sebe odlišují ještě v mnoha dalších charakteristických rysech. Jedním z takových znaků jsou hlasové projevy samců v období reprodukce. Dále se druhy odlišují délkou hibernace, dobou kladení snůšek či způsobem jejich umístění ve vodních nádržích. Mezi druhy hnědých skokanů obývajících Českou republiku existuje mnoho reprodukčně izolačních bariér, které tak zabraňují úspěšnému mezidruhovému křížení.

**Klíčová slova:** hibernace, vokalizace, reprodukce, amplexus, snůšky, metamorfóza

## Abstract

The frog reproduction biology is species-specific. Most of them, searches for water environment for reproduction. Our true frogs are no exception, they can be found in water right on the beginning of spring. For the rest of the year, the move on the land and only return to water when they intend to enter hibernation. They are also sometimes named as “land frogs” due to them spending most of their life in terrestrial environment. The true frogs look very similar and for their definition the combination of more determining attributes is used. The coloration of both sexes differs depending on time of the year in different species. The differences between males and females, but also between different species, are visible the most during the reproduction phase. Apart from coloration there are many other different characteristics. One of those is the calling of males in reproduction phase. Moreover, the species differ in the length of hibernation, the time of clutch laying or the manner of their placement in water. Many reproductive isolation barriers exist between true frog species inhabiting the Czech Republic which prevent the successful inter-species breeding.

**Key words:** hibernation, calling, reproduction, amplexus, clutches, metamorphoses

## 2. Úvod

V České republice se vyskytuje 21 druhů obojživelníků a z toho je 13 druhů žab. Tato práce se zabývá třemi druhy bezocasých obojživelníků, a to skupinou hnědých neboli zemních skokanů, kteří se podobají hnědavým zbarvením a řadí se do rodu *Rana* Gray, 1825. Do této skupiny patří skokan ostronosý (*Rana arvalis* Nilsson, 1842), skokan štíhlý (*Rana dalmatina* Fitzinger In Bonaparte, 1839) a skokan hnědý (*Rana temporaria* Linnaeus, 1758). Zmíněné druhy jsou si na první pohled velice podobné, ale na druhou stranu se od sebe v mnohém liší. V období reprodukce jsou jednotlivé druhy jednodušeji rozpoznatelné díky svatebnímu zbarvení samců, jejich hlasovým projevům a následně i způsobu umístění snůšek ve vodní nádrži. I přes tyto jasně druhově specifické znaky se setkáváme s literaturou, kde se ještě využívá pro determinaci druhu metoda natahování zadních končetin před hlavu. Nejen, že tento způsob zjišťování druhu není bez rizika zranění žáby, ale také nebývá často přesný.

Tato bakalářská práce je rešerší literárních zdrojů zabývajících se reprodukční biologii a vším, co souvisí s rozmnožováním hnědých skokanů. Části bakalářské práce jsou řazeny podle toho, jak na sebe jednotlivá období navazují v přírodě, kromě úvodních podkapitol zabývajících se základní charakteristikou druhů a pohlavním dichromatismem skokanů.

### Cíle

Cílem bakalářské práce je shrnout poznatky o reprodukční biologii hnědých skokanů České republiky, zdůraznit ekologické a behaviorální unikátnosti a odlišnosti mezi jednotlivými druhy v období reprodukce.

### 3. Reprodukční biologie hnědých skokanů

Reprodukce je nepostradatelnou součástí života všech organismů a suchozemští skokani nejsou výjimkou. Na následujících stránkách jsou shrnuty poznatky týkající se celého reprodukčního období tří zástupců hnědých skokanů obývajících Českou republiku – skokana ostronosého, skokana štíhlého a skokana hnědého.

#### 3.1. Charakteristika hnědých skokanů

##### ***Rana arvalis* Nilsson, 1842**

Skokan ostronosý (*Rana arvalis*) v minulosti označovaný i jako skokan rašelinný je nejmenším a nejvzácnějším zástupcem hnědých skokanů obývajících Českou republiku (Mikátová et Vlašín, 2002). Dorůstá 6 – 8 cm. Mezi charakteristické znaky patří špičatě až ostře zakončený čenich, velký vnitřní patní hrbol či častá absence vnějšího patního hrbolu. Ušní bubínek je menších rozměrů a umístěn dále od oka (Zavadil et Dandová, 1997). Oči mají horizontální eliptickou zornici, stejně jako zbývající dva druhy zemních skokanů. Skokan ostronosý bývá nejčastěji zbarven do hněda až červenohněda. Na hřbetě, jako u ostatních hnědých skokanů České republiky, lze rozeznat viditelnou skvrnu ve tvaru obráceného V. Zbarvení i přítomnost kožních znaků jsou geograficky variabilní a ovlivněné životním prostředím (Rehák, 1992). Obývá listnaté i sušší jehličnaté lesy od severovýchodní Francie a severní Belgie až za polární kruh. Směrem na východ zasahuje až po jižní Ural, severní Kazachstán a Sibiř (Zavadil et Dandová, 1997; Roček et Šandera, 2008). Rozšíření je sympatrické se skokanem hnědým, ale ten výskytem zasahuje více na sever a do vyšších nadmořských výšek (Rehák, 1992). V České republice se *R. arvalis* vyskytuje roztroušeně v nížinných a středních polohách nejčastěji do 600 m n. m. (Moravec, 1994). V některých lokalitách mohou být záznamy o výskytu zkresleny absencí terénního výzkumu nebo záměnnou s jinými druhy hnědých skokanů, zejména je-li údaj založen pouze na pozorování jednoho či několika málo jedinců. Nejaktuálnější údaje o výskytu v České republice shrnuli Šandera et al. (2008).

##### ***Rana dalmatina* Fitzinger In Bonaparte, 1839**

Skokan štíhlý (*Rana dalmatina*) se délkou těla pohybuje mezi *R. arvalis* a *R. temporaria*. Délka těla nepřesahuje 9 cm. *R. dalmatina* má dlouhé zadní končetiny, mírně trojúhelníkovou hlavu, ostřejší čenich než *R. temporaria* a relativně velké tympanum ležící blízko oka (Zavadil et Vlašín, 1997). Jako jediný zástupce českých zemních skokanů nemá

vyvinuté vnitřní rezonanční měchýřky. Je zbarven až do žlutohněda s tmavými pruhy na zadních končetinách, které lze pozorovat u všech tří druhů hnědých skokanů (Rehák, 1992). Rozdíly mezi počtem a zbarvením pruhů na končetinách mezi jednotlivými druhy nejsou blíže specifikované, ale u *R. dalmatina* bývají pruhy blíže u sebe (Šandera in verb.). Břišní strana bývá bez skvrn. Zbarvení je ovlivněno sezónními změnami (Rehák, 1992). *R. dalmatina* je teplomilný druh obývající převážně lesy v sušších oblastech o nadmořské výšce do 400 m n. m. Tento druh se vyskytuje od Francie až po západní Turecko a na severu zasahuje až do jižního Švédska. V České republice se vyskytuje v místech, kde bývá více jak 280 dnů v roce vyšší průměrná teplota než 0 °C (Moravec, 1994).

### ***Rana temporaria* Linnaeus, 1758**

Největším a nejrobustnějším zástupcem hnědých skokanů v České republice je skokan hnědý (*Rana temporaria*). Dosahuje až 10 cm. Oproti *R. arvalis* má tento druh zakulacený čenich. Charakterizují ho také relativně krátké končetiny, krátká a široká hlava. Kůže je hladká či jemně bradavičnatá s nejrůznějšími odstíny hnědé a žlutavé a s tmavými nepravidelnými skvrnami na hřbetě. Břišní strana bývá hustě pokrytá skvrnami (Rehák, 1992). Výskyt *R. temporaria* není v ČR limitován nadmořskou výškou. Je to spíše chladnomilný druh, a proto převážně obývá stinné oblasti o vyšší nadmořské výšce, kde je dostatek srážek a nižší teploty. Upřednostňuje vlhká prostředí s dostatečným počtem vodních nádrží. Druhový areál je velice rozsáhlý od Evropy až po Japonsko, nebo na sever po polární kruh. V Evropě se ve velké míře nevyskytuje na Pyrenejském poloostrově, v Itálii a na jihu Balkánského poloostrova. U nás patří *R. temporaria* mezi nejčastější zástupce z obojživelníků, obývajících necelých 77 % kvadrátů síťové mapy ČR (Moravec, 1994).

### **3.2. Pohlavní dimorfismus**

Jako u většiny vývojově pokročilejších skupin živočichů se i u žab setkáváme se sexuálním dimorfismem (Monnet et Cherry, 2002). Rozlišení samců a samic hnědých skokanů a jednotlivých druhů je nejjednodušší v období rozmnožování. Samice všech tří našich zemních skokanů zůstávají hnědě zbarveny, případně v období rozmnožování mají lehký načervenalý nádech, kdežto samci svoji barvu či odstín barvy těla výrazně mění (Rehák, 1992; Šandera, nepub.). Intenzita zbarvení samců je druhově specifická. V přírodě můžeme narazit na modré samce *R. arvalis*, na jedince *R. temporaria* s namodralým hrdlem, nebo tmavě šedohnědě zbarvené samce *R. dalmatina* (Šandera, nepub.). Rohovité pářící mozoly na palcích předních končetin jsou u samců všech tří našich druhů v období



rozmnožování viditelně tmavší. Dále se samci *R. arvalis* a *R. temporaria* odlišují od samic stejných druhů a také od *R. dalmatina* přítomností párových vnitřních rezonančních měchýřků po stranách hrtanu (Rehák, 1992).

### ***Rana arvalis***

Samci *R. arvalis* jsou přibližně stejně velcí jako samice tohoto druhu. V amplexu však nalezneme robustnější samici, i když délka předních a zadních končetin bývá delší u samců. Bylo prokázáno, že samice *R. arvalis* a *R. temporaria* upřednostňovaly právě samce s delšími končetinami (Lyapkov et al., 2007). Sagvik et Uller (2008) se ve své studii pokoušeli dokázat vliv velikosti samce a poměru velikostí zúčastněných jedinců v amplexu na reprodukční úspěch, ale nezískali žádné důkazy, které by tuto myšlenku potvrzovaly (Sagvik et Uller, 2008). Výsledky jsou zajímavé i z toho důvodu, že ve studii zabývající se jiným druhem skokana, skokanem hnědým, bylo potvrzeno, že poměr velikostí samce a samice v amplexu ovlivňuje úspěšnost oplodnění. V amplexu nacházíme jedince s podobnou velikostí, protože čím více jsou páry v amplexu velikostně podobné, tím se zvyšuje úspěšnost v reprodukci (Vojar, 2006).

Velikost samců a samic je ovlivněna jejich věkem a podle některých studií i podmínkami na daných lokalitách (Monnet et Cherry, 2002; Alho et al., 2008; Lyapkov, 2008). Ve své práci Lyapkov (2008) porovnával severní a jižní populace *R. arvalis* v Rusku a na Ukrajině. Z výsledků studie vyplynulo, že samice v amplexu ze severních lokalit jsou větší a jejich průměrný věk je vyšší než u samců ve stejné lokalitě, ale u jižních populací je to naopak. Tyto rozdíly vznikly právě kvůli místním podmínkám, které ovlivnily průměrný věk samců a samic (Lyapkov, 2008). Podle autorů Monneta et Cherryho (2002) jsou samice větší právě proto, že amplexu se účastní průměrně starší samice než samci (Monnet et Cherry, 2002). Velikost snůšky a celkový počet vajíček je plně závislý na rozměrech samice (Elmberg, 1991a; Sagvik et Uller, 2008). Proto můžeme očekávat, že samice v průběhu dospívání upřednostní růst před začátkem reprodukce. Odložením reprodukční aktivity neztrácí velké množství energie a dožívá se i většího věku (Monnet et Cherry, 2002). Z tohoto předpokladu by vyplývalo, že u samic je vyšší přežívání. Musí se ovšem brát v úvahu i rychlost růstu jednotlivých pohlaví. Lyapkov (2008) prokázal, že samci v období od metamorfózy do prvního rozmnožování rostou rychleji než samice, a proto také v určitém věku dosahují větší velikosti (Lyapkov, 2008).

V období suchozemského života mívají samci skokana ostronosého až šedohnědé zbarvení těla. V době rozmnožování probíhají u *R. arvalis* změny ve zbarvení, kdy modrají

zejména na hřbetě, či v morfologii těla. V tomto období mají samci dost zbytnělé svaly na předních končetinách a dochází i ke zvětšení plochy plovací blány na zadních končetinách. U samic je blána mnohem vykrojenější. Samice jsou zbarveny do červenohněda a mají i výraznější kresbu (Rehák, 1992).

### ***Rana dalmatina***

Zástupci obou pohlaví jsou si zbarvením velice podobní. Na rozdíl od zbylých dvou druhů českých zemních skokanů samci skokana štíhlého v období rozmnožování výrazně barvu nemění, jen tmavnou (Rehák, 1992). Samci mají i silnější přední končetiny, ale celkově jsou menší než samice (Zavadil et Vlašín, 1997; Vrbová et Kerouš, 2005). Samicím se v období rozmnožování zejména na břichu tvoří hrbolkovité útvary (Lác, 1968) a jejich plovací blána na končetinách je více vykrojená než u samců (Rehák, 1992).

### ***Rana temporaria***

Samci skokana hnědého jsou v rámci druhu nejpestřeji zbarveni před hibernací a během období rozmnožování hlavně v oblasti hrdla, které má modravý odstín (Vrbová et Kerouš, 2005; Šandera, 2008). V reprodukčním období jsou těla samců *R. temporaria* výrazně tmavší. Skvrny na jejich dorzální straně těla jsou vlivem celkového ztmavnutí špatně rozeznatelné. Samice jsou během rozmnožování pestřeji zbarvené než za suchozemského života a mívají načervenalé odstíny (Rehák, 1992). Samice *R. temporaria*, které jsou připravené k reprodukci, bývají velmi silné a zpravidla větší než samci (Vrbová et Kerouš, 2005). Také se liší od samců hrbolkatou kůží na bocích (Rehák, 1992; Arnold et Ovenden, 2002). Po skončení reprodukčního období zrnění na bocích u samic postupně mizí, stejně jako modravý nádech na hrdlech samců (Vrbová et Kerouš, 2005). I u skokanů hnědých dochází ke zbytnění předních končetin a rozšíření plovacích blan mezi prsty zadních končetin (Rehák, 1992).

## **3.3. Hibernace a migrace**

Zimní spánek je nepostradatelnou součástí životního cyklu našich žab. V tomto období dochází k velkému množství fyziologických změn od zpomalení celkového metabolismu, který je provázen, např. snížením produkce CO<sub>2</sub>, přes snížení dráždivosti nervů až po zpomalení růstu (Rehák, 1992). V tomto období dozrávají samcům i samicím pohlavní buňky (Vrbová et Kerouš, 2005). Začátek a konec hibernace je ovlivněn klimatickými podmínkami, hlavně teplotou, a geografickým rozšířením (Rehák, 1992). Samice hnědých skokanů jsou

velice citlivé na změny počasí během konce zimního vegetativního klidu. Za suchého jara v období rozmnožování určité procento samic umírá vlivem zvýšené ztráty tělesných energetických zásob během hibernace (Hartel, 2008). Čím je hibernace u žab delší, tím více energetických zásob potřebují pro úspěšné přežití zimy (Jönsson et al., 2009). Juvenilní jedinci se probouzejí na jaře až o 3 týdny později než dospělci a na podzim vyhledávají úkryty vhodné k zimování také později. Zpravidla se nejprve probouzejí samci, a to z toho důvodu, aby se dostali na rozmnožovací místa co nejdříve (Rehák, 1992). V jiném literárním zdroji se dočteme, že obě pohlaví skokana hnědého pronikají do vody prakticky současně (Vrbová et Kerouš, 2005).

Žáby vyhledávají pro své zimování nejrozličnější suchozemská místa, např. štoly, nory hlodavců a jeskyně, ale docela hojně je i přezimování ve vodě (Mikátová et Vlašín, 2002). Místa určená k hibernaci musí poskytovat maximální ochranu před predátory, klimatickými změnami a před vyschnutím pokožky (Heráň, 1989). Bylo prokázáno, že se zástupci *R. temporaria* každoročně vracejí na stejná zimoviště – starší jedinci se orientují podle paměti, kdežto juvenilní jedinci osidlují nová místa (Pasanen et al., 1994). Pro bezpečný zimní spánek strávený ve vodě musí být nádrž dostatečně hluboká. V případě, že hloubka vodního sloupce je menší nebo když dojde na podzim k vypuštění nádrží, stává se zimoviště smrtelnou pastí pro obojživelníky, kteří se shlukují v nejhlubším možném místě, kde následně zamrzají a hynou. Bezpečné přezimování může být ohroženo i vznikem tlejícího bahna na dně vodní plochy (Mikátová et Vlašín, 2002). Jednotlivé druhy zemních skokanů se liší ve způsobu zimování, ale v úkrytech na souši jsou hnědí skokani schopni strávit celou zimu dohromady i s jinými druhy obojživelníků (Rehák, 1992).

S migracemi se setkáváme u obojživelníků, kteří se po reprodukci vzdalují od vodních nádrží a přesouvají se na svá suchozemská stanoviště (Heráň, 1989). U hnědých skokanů, lze pozorovat několik typů migrací. Na začátku roku od konce února do května se přesouvají ze svých zimovišť k vodě za účelem reprodukce (Heráň, 1989; Ryser, 1989; Mikátová et Vlašín, 2002). V této době probíhají nejviditelnější a nejmasivnější přesuny (Heráň, 1989). Samci i samice ztrácejí během migrací k reprodukčním nádržím až 0,5 % své hmotnosti za den (Ryser, 1989). Po reprodukci se jedinci přesouvají na svá letní suchozemská stanoviště. Na podzim, od poloviny srpna až do listopadu, probíhá přesun zemních skokanů na zimoviště. Tato migrace je masivnější za deštivého počasí, ale také je závislá na stupni soumraku a teplotě vzduchu i půdy (Heráň, 1989; Mikátová et Vlašín, 2002).

Rychlost a úspěšnost migrace dospělých i čerstvě metamorfovaných žab je závislá na denní době, počasí, terénu, vegetačním pokryvu a vzdálenosti od silnice. Tahové cesty

zůstávají po generace stejné a neovlivňují je ani změny v krajině jako např. výstavba komunikace, což má negativní dopad na početní stavy nejen žab, ale i ostatních skupin živočichů (Mikátová et Vlašín, 2002).

### ***Rana arvalis***

Skokani ostronosí zimují převážně na souši (Zavadil et Dandová, 1997; Mikátová et Vlašín, 2002; Šandera, 2003), ale vzácněji je můžeme přes zimu najít i v nepromrzajících vodních tocích nebo rašelinistích (Rehák, 1992; Mikátová et Vlašín, 2002). V závislosti na lokalitě se zástupci *R. arvalis* probouzejí od března až po červen, např. v Čechách aktivují od konce března při denních teplotách okolo 5 °C. *R. arvalis* se probouzejí jako poslední z našich zemních skokanů a jako první opět začínají hibernovat, takže z našich hnědých skokanů mají nejkratší sezónní periodu (Rehák, 1992). Rozmnožovací nádrž může být vzdálena od zimoviště skokana ostronosého až 1,5 km (Mikátová et Vlašín, 2002) a podle poznatků Garanina (1977) o rychlosti migrace *R. arvalis* po souši, tuto vzdálenost jedinec urazí za 3 – 4 dny (Garanin, 1977). Většina jedinců se však nevzdaluje od reprodukčních nádrží na velké vzdálenosti. Na podzim od počátku září až do začátku listopadu, kdy teploty klesají pod 8 °C, se dospělci *R. arvalis* přesouvají opět na svá zimoviště. Aktivita juvenilních jedinců je o poznání delší (Rehák, 1992).

### ***Rana dalmatina***

Většina samců a část samic skokanů štíhlých zimuje na dně přímo v reprodukčních nádržích (Rehák, 1992), ale zbytek samic a juvenilní jedinci přečkávají zimu na souši (Lác, 1959; Mikátová et Vlašín, 2002). Dokonce se můžeme dočíst o vztahu velikosti jedince a vzdáleností zimovišť od reprodukčních míst. Předpokládá se, že existuje určitý kompromis mezi migrační vzdáleností a náklady vzniklými přesuny a umístěním reprodukčních nádrží v otevřené krajině, která by měla být mnohem výhodnější než vodní nádrže v lese (Ponsero et Joly, 1998). Aktivita *R. dalmatina* byla pozorována i v zimě, a to v blízkosti termálních pramenů (Lác, 1959). Skokan štíhlý se začíná probouzet ze zimního spánku a migrovat směrem k rozmnožovacím nádržím v době, kdy minimální denní teploty přesáhnou 0 °C (Mikátová et Vlašín, 2002) a maximální denní teploty se pohybují v rozmezí 7 – 14 °C (Lác, 1959). Zástupci tohoto druhu končí hibernaci jako první obojživelníci v České republice a v přírodě je můžeme pozorovat už od konce února (Rehák, 1992).

Jedinci *R. dalmatina* se začínají s poklesem podzimních teplot a nástupem mrazů, od konce září až do poloviny října, postupně stěhovat na svá zimoviště nebo zalézat do vody (Rehák, 1992).

### ***Rana temporaria***

Juvenilní jedinci a někteří dospělci skokanů hnědých přezimují na souši v úkrytech s teplotou pohybující se nejčastěji od 0 – 6,5 °C (Rehák, 1992). Tělesná teplota jedinců je zhruba o 0,5 °C vyšší než teplota okolního prostředí (Juszczyk, 1974). Většina dospělců však zimuje pohromadě na dně nepromrzajících vodních nádrží, a toků nezávisle na pohlaví a věku (Rehák, 1992; Kolman et Nečas, 1997). Rozhodnutí skokana hnědého, jestli bude zimovat na souši nebo ve vodě, je silně ovlivněno jeho výskytem, věkem a teplotou vzduchu a vody. Např. z finské studie vyplývá, že většina pohlavně dospělých jedinců dává přednost zimování na souši před vodou a juvenilové vždy zůstávají přes zimu ve vodě (Laitinen et Pasanen, 1998). U *R. temporaria* byla prokázána i hibernace pulců (Kolman et Nečas, 1997; Walsh et al., 2008), kteří díky přečkání zimy v larválním stavu byli na jaře po metamorfóze větší než jedinci, kteří se přeměnili v pulce už v létě. Jedinci volí hibernaci v larválním stavu kvůli svému nedostatečnému vývoji, teplotě a dostupnosti potravních zdrojů (Walsh et al., 2008). Setkáváme se s názorem, že během zimování je u skokanů hnědých zachovaná určitá míra pohyblivosti i pod ledem (Młynarski ex Rehák, 1992), ale většinou jsou nehybní v chomáčích o několika jedincích při dně (Rehák, 1992). Při jarním oteplování se aktivita jedinců zvyšuje a ukončují svou hibernaci v době, kdy se teplota vody pohybuje od 1 – 4 °C (Mikátová et Vlašín, 2002). Maximální pohyblivost zástupců skokanů hnědých byla však pozorována při teplotě 15 °C (Köhler et al., 2011). V březnu, a to převážně v noci, se u nás skokani hnědí začínají přesouvat ze svých zimovišť na reprodukční místa (Rehák, 1992). V období jarních migrací je *R. temporaria* druhým nejohroženějším druhem obojživelníků v České republice kvůli svým hromadným přesunům často přes silnice, kdy velké procento jedinců nepřežije (Mikátová et Vlašín, 2002).

V období října až listopadu, kdy jsou rozdíly teplot mezi dnem a nocí viditelně rozdílné a průměrné denní teploty klesají pod 5 °C, migrují skokani hnědí zpátky na svá zimoviště (Rehák, 1992). Nejnepríznivější podmínky, za kterých byl pozorován ještě aktivní skokan hnědý, byly teplota vzduchu 3 °C, zatažená obloha a sněhové přeháňky (Heráň, 1989).

### 3.4. Vokalizace

Období rozmnožování je dobou největší hlasové aktivity žab. V této době vedou bezocasí obojživelníci velice skrytý život a ozývají se převážně v noci, kdy je intenzita volání přece jen nejsilnější (Arnold et Ovenden, 2002). I tak se setkáváme s rozdílnými názory biologů na místo a průběh hlasové signalizace samců žab. Rozhodnout, jestli samec daného druhu vokalizuje pod, či nad hladinou, je z důvodu jejich maskování pro začátečníka velice obtížné. Někdy bývají jedinci hůře slyšitelní jako např. skokan štíhlý, a proto může vzniknout domněnka, že samec láká svoji partnerku pouze zpod hladiny. Hlasitost vokalizace je ovlivněna několika faktory, např. teplota vzduchu a vody ovlivňuje rychlost a intenzitu hlasové aktivity žab. Při chladném počasí vokalizují žáby pomaleji než za teplého počasí, kdy se ozývají daleko rychleji (Zavadil, 1984a).

U žab rozlišujeme několik typů hlasů, které jsou druhově velice specifické. Nejtypičtějším hlasovým projevem jsou svolávací hlasy, kdy samci vábí samice, hlasem provokují ostatní konkurenty k vyšší vokalizaci a zároveň upozorňují ostatní jedince svého druhu, směřující k vodě, na danou lokalitu (Zavadil, 1984a). Druhým typem je tzv. „osvobozující“ hlas. V případech, kdy samec místo samice chytí jiného samce nebo už vykladenou samici, chycený jedinec vydává specifický hlasový signál, kterým zmatenému samci oznamuje, že se jedná o omyl. Časté jsou i osvobozující tělesné vibrace se stejným významem, které doprovází akustickou signalizaci. Tento zvukový projev funguje však jen v rámci druhu (Rehák, 1982). Při ohrožení vydávají žáby také úzkostlivý hlas, který je druhově těžko rozlišitelný (Zavadil, 1984a).

Hlasová signalizace má největší vliv na vyhledání vhodného partnera. K vokalizaci slouží samečkům rezonanční měchýřky, které nadouváním zesilují hlas. Tlamku přitom vůbec neotvírají (Zavadil, 1984a). Hlas samce je ovlivněn věkem a rozsahem rezonančních struktur. Vypovídá tak i o jeho velikosti a genetických kvalitách (Lesbarrères et al., 2008). Úkolem samců je obsadit ta nejlepší místa, odkud samicím oznamují svojí přítomnost, a svým hlasem se snaží nasměrovat samice svého druhu ke správnému místu. Samice si vybírají partnera s nejlepším hlasem, protože tento jedinec je podle nich pro ně ten nejatraktivnější. Proto rozhodující význam pro setkání partnerů stejného druhu má bezpochyby vokalizace, kdy je samice přilákána k vhodnému samci (Rehák, 1982).

Samčí vokalizace může být také závislá na sociálních podmínkách. Samci buď vokalizují ve skupinách, takže jsou slyšet hromadně na delší vzdálenost, nebo vokalizují samostatně, aby se vyhnuli vzájemnému překrývání svých hlasů. U některých druhů,

např. u *R. dalmatina*, je tento způsob vokalizace spojován s teritoriálním chováním, kdy samci brání svůj prostor určený pro námluvy, rozmnožování a kladení snůšek (Wells, 1977). Na zmíněných místech pak může docházet ke střetům mezi kompetujícími si samci, kdy tvorbou teritorií vzrůstá agresivita mezi samci. U druhů, kde početně vychází více samců na samici jako je např. skokan hnědý, musí samci zvolit kromě hlasové signalizace ještě jinou strategii, s kterou získávají větší šanci pro „ulovení“ samic. Proto střídají vokalizaci s aktivním hledáním. Samice tak ztrácejí šanci výběru vhodného partnera, protože když samec najde správnou samici, pevně ji uchopí a pustí ji až po nakladení vajíček (Rehák, 1982).

### ***Rana arvalis***

V literatuře se setkáváme s nejrůznějšími charakteristikami hlasové signalizace skokana ostronosého. Arnold et Ovenden (2002) se zmiňují, že nejenže se samci ozývají přes den, ale dokonce i v poledne za plného slunce. Před slunečními paprsky se přechodně ukrývají do vody mezi rostliny (Arnold et Ovenden, 2002). Proto se také stává, že jedinci unikají naší pozornosti. Svým zbarvením a skrytým způsobem života jsou samci *R. arvalis* v malém počtu špatně viditelní a hlas je jediný, jež na ně upozorňuje a díky kterému je můžeme alespoň přibližně lokalizovat (vlastní pozorování).

Hlas samce skokana ostronosého bychom mohli přirovnat k tichému štěkotu psa nebo k ucházení vzduchu z ponořené láhve. Přepis jeho hlasu by vypadal jako: „Uap – ua – uap ...“ nebo „uo – uo – uo ...“. Frekvence slabik je nepravidelná a celá série trvá až 6 sekund. Samotný jedinec je slyšet na pár desítek metrů, ale více skokanů ostronosých můžeme dobře rozpoznat podle hlasu i na 40 m daleko. Odpuzující hlas u *R. arvalis* je u samic vyšší než u samců a v podobě rychlého: „Kva – kva – kva ...“ (Zavadil, 1984b).

### ***Rana dalmatina***

Podle jedné studie začínají samci skokana štíhlého průměrně vokalizovat 66. den v roce (Hartel, 2008). Jedním ze znaků, kterým se liší samci *R. dalmatina* od *R. temporaria* a *R. arvalis*, je absence zvukových rezonátorů. Hlasový projev je proto slabý a rozpoznatelný na vzdálenost 20 m. Ve skupině „koncertujících“ samců až na 100 m (Zavadil, 1984a). Zástupci tohoto druhu vokalizují zhruba o frekvenci hlasu 4 – 6 slabik za sekundu, ale hlasitost jednotlivých slabik roste (Arnold et Ovenden, 2002). Podle studie zabývající se frekvencí hlasu skokana štíhlého, bylo zjištěno, že samice dávají přednost samcům s nižší frekvencí hlasu, tudíž tito samci mají větší reprodukční úspěch než samci s vyšší frekvencí. Studie se nezabývala jinými vlivy na reprodukční úspěch samců (Lesbarrères et al., 2008).

Podoba zvuku po přepsání by mohla vypadat jako: „Ko – ko – ko ...“ (Zavadil, 1984a). Samci se ozývají ve dne i v noci od března do půlky dubna (Zavadil, 1986). Výběr místa pro hlasovou aktivitu samců je s velkou pravděpodobností ovlivněn množstvím vegetace v litorálu. V místech chudých na rostlinnou vegetaci, se samci hlasově projevují pod vodou (Zavadil, 1986; Šandera in verb.). V opačném případě, a to v místech, kde mají samci šance se dobře skrýt mezi rostlinami, vokalizují nad hladinou (Šandera in verb.).

Rovnoměrná distribuce samců ve vodní nádrži je silně ovlivněna vnitrodruhovými interakcemi (Ficetola et al., 2006a). Samci udržují svá teritoria o ploše zhruba 1 – 2 m<sup>2</sup> velice pevně hlavně svým hlasem (Thierry, 2009), dobrovolně je neopouštějí, a dokonce se v nich pohybují jen minimálně. Při překročení hranic teritoria samci riskují napadení jiným jedincem, a proto se k tomuto jednání uchylují jen v krajní nouzi (Zavadil, 1984a). Samci hlasově aktivují hned, jak dorazí na reprodukční místo. Není ovšem jasné, kdy volání slouží k obraně teritoria a kdy k přilákání partnerky Podle Lesbarrèrena a jeho kolegů (2008) daný typ vokalizace slouží jak k udržení teritoria, tak i k vábení samice (Lesbarrères et al., 2008). Na svém volacím místě leží *R. dalmatina* na dně s roztaženými nohama a hlavou směřující k hladině. Samec spoléhá jen na svůj hlas, aktivně partnerku nehledá, protože ta přijde sama za ním (Zavadil, 1984a).

### ***Rana temporaria***

Skokan hnědý patří mezi nejčastěji studované a pozorované druhy batrachofauny. Samci mají dva vnitřní zvukové rezonátory, díky kterým vydávají zvuk znějící jako temné hluboké mručení: „Vrrru – vrrru – vrrru ...“. Hlas jedince je sice tišší, ale slyšitelný až na 15 m (Rehák, 1992). Čím více jedinců koncertuje, tím jsou také slyšet na větší vzdálenost. Při stovce kusů je skokan hnědý slyšet na 80 m (Zavadil, 1984a). Intenzita hlasu a délka vokalizace je ovlivněna i prostředím a nadmořskou výškou, kde se daný jedinec nachází. V roce 1991 vyšel článek zabývající se variacemi hlasových projevů u *R. temporaria* v závislosti na nadmořské výšce. Ze sledování samců skokanů hnědých autoři došli k závěru, že skokani pozorováni v těch nejvyšších nadmořských výškách byli prokazatelně méně aktivní než jedinci v nížinách. Vokalizace jedinců z vyšších poloh byla o poznání kratší a slabší než hlasový projev samců v nížině (Elmberg et Lundberg, 1991). Vokalizace a další aktivity, např. pohyb za partnerkami, usnadňující kontakt s potenciálním partnerem můžou mít pozitivní vliv na reprodukční úspěch daného samce (Rehák, 1982). Autoři Elmberg et Lundberg (1991) tvrdí, že vše záleží na obývaném biotopu, kdy samice v nížině mají odlišné nároky na hlas samce než samice ve vyšších polohách (Elmberg et Lundberg, 1991).



Samci *R. temporaria* se ozývají celý den, ale v noci je přece jen aktivita větší (Zavadil, 1986). V některé literatuře se setkáme s názorem, že skokan hnědý nevokalizuje v noci, ale jen přes den. (Opatrný, 1973) Tento omyl vznikl pravděpodobně v důsledku toho, že akustická signalizace skokana hnědého při soumraku klesá (Rehák, 1992). Skokana hnědého lze slyšet také na podzim, a to při oteplení, které ho vyruší ze zimního spánku (Zavadil, 1984a). Samci většinou koncertují v mělké vodě ve skupinách. Pohybují se u hladiny s vynořenou hlavou a sborově koncertují i několik dní dokud se neobjeví samičky (Zavadil, 1986).

Strategie samců závisí na hustotě konkurentů v nádrži. Když je hustota jedinců menší, samci spoléhají jen na svůj hlas, za kterým samice přijde. Při vysoké hustotě samci volí ještě jinou strategii, a to aktivní „lov“ samic už při jejich příchodu k rozmnožovací nádrži. Při velké hustotě konkurenčních jedinců, samci zhruba každé 2 – 3 minuty přerušují svoji vokalizaci a snaží se zachytit sousedního jedince či předmět. Samozřejmě dochází i k tomu, že si samec splete objekt svého zájmu a uchopí např. jiného samce. Osvobozující hlas skokana hnědého zní jako krátké odfrknutí: „Frt – frt – frt ...“ (Rehák, 1992).

### 3.5. Reprodukce

Začátek období rozmnožování je u všech našich druhů obojživelníků ovlivněn klimatickými a environmentálními podmínkami, jejichž změny mohou mít rozsáhlý vliv na zmiňované ektotermní živočichy (Lesbarrères et Thierry, 2002; Hartel, 2008). Okolní teplota do značné míry určuje tělesnou teplotu obojživelníků a tím pádem i jejich fyziologický výkon. Obecně preferují teplé a vlhké prostředí. Vysoká teplota okolí maximalizuje jejich výkon, ale na druhou stranu dochází k dehydrataci jedinců. Nízká teplota sice zpomaluje vysoušení, ale zároveň snižuje jejich výkonnost, která je klíčová pro přežití a reprodukci. Proto jsou jednotlivá stanoviště vybírána tak, aby podmínky splňovaly jejich teplotní a vlhkostní požadavky (Köhler et al., 2011). Za nepříznivých podmínek obojživelníci oddalují své rozmnožování (Rehák, 1992). Mnoho živočichů se nezačne rozmnožovat hned, jak je to možné, ale spíše kvůli zvýšení reprodukčního úspěchu reprodukci odloží. Oddálením rozmnožování zvyšují samice zemních skokanů svoji plodnost a samci se tak vyhnou zvýšené predaci, která při reprodukci hrozí (Ryser, 1989). Během reprodukce dochází u pohlavně dospělých žab k nejvyšší úmrtnosti. V tomto období jsou jedinci fyzicky oslabení po hibernaci a následné migraci, vyčerpání rozmnožováním a nejvíce náchylní k predaci (Gibbons et McCarthy; 1984). Hlavním důvodem tvorby energetických zásob u živočichů je využití této energie při reprodukci nebo pro přežití nepříznivého období. Předpokládá se, že

ektotermní živočichové těží z dlouhodobého ukládání energie. Proto se např. žáby rozmnožují hned po hibernaci, protože spoléhají na energetické zásoby, díky kterým zvládnou přežít přezimování i reprodukci (Jönsson et al., 2009).

U obojživelníků se setkáváme s velkou rozmanitostí reprodukčních strategií (Lofts, 1974). Oplození je u většiny obojživelníků vnější. Pro zástupce čeledi Ranidae je charakteristický pokročilejší typ amplexu, tzv. axilární, kdy samec uchopí samici předními končetinami a sevře ji v oblasti hrudní kosti (Rehák, 1992). Při sevření samci zpravidla pomůže vzájemné propletení prstů a palcové pářící mozoly (Šandera in verb.). Pár v amplexu může setrvat i několik dnů (Rehák, 1992). V amplexu bývá většinou menší samec (Vieites et al., 2004; Vignes, 2010).

Chování žab na reprodukčních místech se velmi mění (Elmberg, 1986). Do reprodukčních nádrží přicházejí samci všech českých zemních skokanů jako první, před samicemi. Úplně nejdříve se v České republice začíná rozmnožovat *R. dalmatina*, poté *R. temporaria* a nakonec *R. arvalis*. Samci skokanů ostronosých a hnědých se rozmnožují hromadně. Prostorové i časové niky našich hnědých skokanů se sice překrývají, ale díky etologickým bariérám dochází k tvorbě hybridních amplexů mezi jednotlivými druhy jen ve výjimečných případech (Rehák, 1992). Když už k takovému mezidruhovému spojení dojde, tak nekončí úspěšně (Rehák, 1982). Může dojít k vykladení samice, a dokonce se mohou i vylíhnout pulci, kteří však brzy hynou. Tento výsledek hybridního amplexu byl pozorován u samce *R. temporaria* a samice *R. arvalis* (Berger ex Rehák, 1992; Šandera in verb.).

Hibernace a zrání oocytů jsou součástí životního cyklu žab v mírném pásmu, které jsou vzájemně provázány, protože během hibernace dochází u samic k oogenezi. U pohlavně dospělých samic je ovariální cyklus zahájen již v sezoně bohaté na potravu a během hibernace dochází právě k dozrávání oocytů. Ovariální cyklus je odlišný mezi jednotlivými druhy žab a přizpůsobuje se klimatickým podmínkám a střídání ročních období. Nízké teploty jsou významné pro řízení ovariálního cyklu (Jørgensen, 1984).

Přímo u žab byly popsány 3 typy spermatogenetických cyklů, při kterých dochází k produkci samčích pohlavních buněk. Spermatogeneze může být kontinuální, přerušená či potencionálně kontinuální (Lofts, 1974). I typ spermatogeneze je u některých druhů žab závislý na podmínkách prostředí. Kontinuální spermatogeneze se vyskytuje u tropických druhů žab, které se během roku nesetkávají s velkými výkyvy teplot. Se zbylými typy spermatogeneze se setkáváme u žab mírného pásma. Např. u samců *R. temporaria* je produkce spermií limitována daným ročním obdobím – přerušená spermatogeneze (Lofts et al., 1972). Další studie prokázaly, že u *R. arvalis* a *R. dalmatina*, je cyklus spermatogeneze

nezávislý na klimatických podmínkách – potencionálně kontinuální (Lofts et al., 1972; Jørgensen, 1992). Spermatogeneze je ovlivněna kondicí samce a souvisí s velikostí varlat, množstvím tělesného tuku a hmotností jater. Byly prokázány sezónní změny ve velikostech u všech zmíněných sledovaných znaků (Pasanen et Koskela, 1974; Tsiora et Kyriakopoulou-Sklavounou, 2001).

Zatím nemáme k dispozici dostatečné důkazy z přirozených podmínek o vlivu teploty na sexuální determinaci u obojživelníků (Ogielska, 2009). Studie, které potvrzovaly vliv teploty na vývoj samčích a samičích gonád, probíhaly v laboratorních podmínkách za vysokých teplot (Hayes, 1998). Bylo dokázáno, že vysoké teploty ovlivňují vývoj samčích orgánů a za nízkých teplot vznikají samičí orgány (Alho et al., 2010).

### ***Rana arvalis***

Skokani ostronosí se rozmnožují v trvalých i dočasných vodních nádržích nejrůznějších velikostí (Zavadil et Dandová, 1997; Arnold et Ovenden, 2002). Samci se shlukují na nejlepších místech, kde na 1 m<sup>2</sup> může být až 25 jedinců (Rehák, 1992). Koncem března a začátkem dubna se začínají zástupci *R. arvalis* rozmnožovat. Období reprodukce trvá většinou 1 týden, maximálně 2 týdny (Šandera, 2003). Nejvhodnější teplota pro rozmnožování se pohybuje mezi 10 – 20 °C (Rehák, 1992). Za této teploty jsou samci velice aktivní, což je dobře slyšitelné. Samci skokana ostronosého jsou při vábení a reprodukci výrazně modře zbarvení (Obr. 1). Jsou velice plaší a při jakékoliv podezřelé či nezvyklé situaci mizí rychle pod hladinou. Postupně ztrácí výrazné zbarvení. Po určité době, kontrolují stav rychlým vykuknutím nad hladinu (vlastní pozorování).



**Obr. 1.** Pár skokana ostronosého v amplexu. Typické je modré zbarvení samce v době rozmnožování (foto Martin Šandera).

### ***Rana dalmatina***

Skokani štíhlí se rozmnožují krátce po probuzení ze zimního spánku začátkem března (Guarino et Bellini, 1993) v mělkých čistých nádržích s dostatkem vegetace (Ficetola et al., 2006a). Vzácněji je můžeme najít v tekoucích vodách či v periodických tůních (Rehák, 1992). Začátek reprodukční aktivity u obou pohlaví skokana štíhlého je významně ovlivněn průměrnou teplotou vzduchu v únoru (Hartel, 2008). Přizpůsobení na reprodukci za chladnějších teplot časně z jara zvýhodňuje skokana štíhlého před ostatními druhy žab (Rehák, 1992).

Samci *R. dalmatina* nevytvářejí na reprodukčních místech hustá seskupení jako zbývající druhy. Jsou rovnoměrně rozmístěni na dně. Délka reprodukční periody se liší v závislosti na geografické poloze lokality. Reprodukce v našich podmínkách trvá zhruba měsíc, za který se rozmnoží skoro všechny přichozí samice (Rehák, 1992).

### ***Rana temporaria***

*R. temporaria* není náročný na výběr reprodukčního místa, které může být i menších rozměrů, většinou o hloubce 10 – 30 cm. Jedním z limitujících abiotických faktorů pro výskyt, úspěšnou reprodukci a vývoj skokanů hnědých, ale i jiných druhů obojživelníků, v dané nádrži je salinita. Všechna vývojová stádia tolerují vyšší koncentraci iontů než jedinci připravující se na reprodukci (Viertel, 1999). Jakmile se jarní denní teploty vzduchu pohybují kolem 3 – 4 °C začne se skokan hnědý rozmnožovat (Rehák, 1992). Skokani hnědí patří mezi druhy žab, které se každoročně velice intenzivně rozmnožují v krátkém časovém úseku, většinou 1 až 2 týdny. Jedná se o tzv. „explosive breeders“ (Elmberg, 1986). V našich podmínkách trvá reprodukce v závislosti na počasí nejčastěji 2 týdny (Rehák, 1992). Samci tvoří velké agregace na nejprohřátějších místech, kde se na 1 m<sup>2</sup> průměrně vyskytují 4 samci (Vieites et al., 2004). U velmi početných populací se na 1 m<sup>2</sup> může pohybovat i 100 jedinců (Pikulik, 1980). Elmberg (1986) se ve své studii zabýval myšlenkou, zda ve velkých populacích dochází mezi samci k silnému agresivnímu chování (Elmberg, 1986). Teritorialita, jako aktivní obrana určitého území před ostatními samci (Martof, 1953), nebyla u skokana hnědého prokázána (Elmberg, 1986). Na lokalitách, kde se rozmnožuje skokan hnědý, bývá poměr pohlaví docela vyrovnaný, zhruba 1:1 (Heráň 1982; Rehák, 1992). Setkáme se s názory, že samci převažují nad samicemi v každém možném okamžiku (Elmberg, 1986; Vieites et al., 2004). Jiná studie předešlé autory potvrzuje stanovením průměrného počtu samců a samic na 1,67:1. V období největšího příchodu jedinců na stejné místo byl poměr

samců a samic dokonce 3,3:1 (Souček, 1990). Na jiném místě byl naměřen poměr samců a samic 2,08:1 (Vieites et al., 2004). Podle výsledků finské studie, samice početně převyšují samce v reprodukčních nádržích, kde samci tvoří zhruba jen 30 % (Alho et al., 2008). Hustota jedinců sice závisí na početnosti populace, ale také na množství vodních nádrží v blízkém okolí (Rehák, 1992).

Samice skokana hnědého se rozmnožují každý možný rok (Elmberg, 1991b). Podle potravní nabídky vstupují do reprodukce dříve či později. Při nižší potravní nabídce investují nejdříve do vlastního růstu a teprve později se rozmnožují (Lardner et Loman; 2003). V době rozmnožování samice ztrácí až 35 % ze své původní hmotnosti. Ztráta hmotnosti je způsobena sezonním zvýšeným metabolismem v kombinaci s nedostatkem potravy a energetickými ztrátami způsobenými migrací a posléze i reprodukcí (Ryser, 1989). Bylo prokázáno, že energetické zásoby samců a samic *R. temporaria* se po hibernaci značně liší a zvyšují se s rostoucí zeměpisnou šířkou. Samci měli obecně větší energetické zásoby než samice (Jönsson et al., 2009).

Vitelogenetický růst oocytů je u samic skokana hnědého zakončen na podzim před hibernací (Jørgensen, 1981). Až 2/3 oocytů nedozrají. Ovulace u samic začíná před koncem hibernace, ale samčí spermatogeneze v tomto období končí (Jørgensen, 1984). Po probuzení ze zimního spánku se samcům plně rozvíjejí pářící mozoly, díky kterým se snadněji uchytí samic, někdy dokonce už na zimovišti (Rehák, 1992). Reprodukční aktivita samců je charakterizována pronásledováním a uháněním přicházejících samic (Ryser, 1989). Schopnost samic aktivně si vybrat k reprodukci určitého partnera je těžké dokázat (Elmberg, 1986). Samci se chytají všelijakých pohyblivých se předmětů vhodné velikosti a spíš načervenalé barvy (Rehák, 1992) a snaží se ze všech sil maximalizovat svůj reprodukční úspěch, který je ovlivňován kompeticí ostatních samců na stanovišti (Elmberg, 1991a). U *R. temporaria* byla prokázána alternativní reprodukční strategie, kdy dochází ke kompetici spermií. Kompetice spermií vzniká často jako důsledek rozmnožování samice s více samci. U skokanů hnědých se někdy můžeme setkat s tzv. zloději snůšek („clutch piracy“). Jedná se o samce, kteří vyčkávají na čerstvě odložené snůšky jiných párů, aby mohli ještě zkusit štěstí oplodnit vajíčka, která nebyla oplodněna prvním samcem. Nebo se i „zlodějský“ samec může připojit k páru a vypouštět spermie současně s prvním samcem. Čím dříve začne zloděj oplodňovat snůšku, tím se zvyšuje jeho šance, že jeho spermie oplodní vajíčka. Dokonce samci, kteří už jednu „svoji“ snůšku oplodnili, jsou schopni krást cizí. Takto bývá ukradeno až 84 % snůšek (Vieites et al., 2004).

Úspěšné páry v amplexu zaujímají vodorovnou polohu u hladin nebo po vyrušení u dna (vlastní pozorování). Samci se začínají rozmnožovat ve 2 – 3 letech (Gibbons et McCarthy, 1984; Kolman et Nečas, 1997). Většina samic odkládá reprodukci ještě minimálně o 1 rok (Gibbons et McCarthy, 1984). Nespárené samice vyrostou za rok až skoro o 9 mm více než samice, které se v daný rok rozmnožily. U samců je rozdíl přes 7 mm (Ryser, 1989).

### 3.6. Vajíčka a snůšky

Obojživelníci využívají ke svému životu vodní i suchozemské prostředí. Tato skupina se skládá z tzv. anamniotických tetrapodů, jejichž vajíčka nemají ochranné zárodečné obaly a ani jiné pevné skořápky. Z tohoto důvodu musí být kladena do vody nebo alespoň do vlhkého prostředí, aby nedošlo k vyschnutí či jinému poškození (Rehák, 1992).

Pro žáby jsou charakteristická vajíčka se středním obsahem žloutku, tzv. mezolecitální, která se rýhují celá, ale nerovnoměrně (Rehák, 1992). Vajíčka se rozdělují na dvě hemisféry a jejich zbarvení je u hnědých skokanů podobné. Horní animální pól vajíček všech našich hnědých skokanů je tmavý, na rozdíl od spodního světlého vegetativního pólu (Zavadil, 1986) (Obr. 2). Totální inekvální rýhování začíná od animálního pólu a postupuje směrem k pólu vegetativnímu. Tímto typem dělení tak vznikají nestejně velké blastomery (Pravda et al., 1982). Vlastní vajíčko bývá kryto vitelinní membránou a trojicí rosolovitých obalů, které vznikají při průchodu vajíčka vejcovodem. Tyto slizové obaly při kontaktu s vodou silně bobtnají, zvětšují tak objem celé snůšky a zároveň snižují její specifickou hmotnost. Díky nabobtnání rosolovitých obalů, snůšky *R. arvalis* a *R. temporaria* po několika hodinách vyplouvají k hladině. Hlavní funkcí těchto obalů je ochrana zárodků (Rehák, 1992). V případě naklazení snůšek při neoptimálních podmínkách, jako jsou např. vysychající kaluže či vodní nádrže se zbytky ledu, rosolovité obaly snižují mortalitu zárodků (Zavadil et Leypold, 1986).

Klazení vajíček ve shlucích je také termoregulačně výhodné. V různých literárních pramenech můžeme najít rozdílné hodnoty teplot ve snůškách. Podle Pikulika (1980) teplota uvnitř chomáče bývá o 1 – 3 °C vyšší než teplota v jeho okolí (Pikulik, 1980). Rehák (1992) uvádí, že teplota přímo ve snůškách *R. arvalis* může být i o 3 – 4 °C vyšší než okolní teplota vody. Hromadné seskupení vajíček není však jediným faktorem, který ovlivňuje teplotu uvnitř shluku. Teplotu ve snůšce zvyšuje také tmavé zbarvení svrchního pólu vajíček, které je důležité pro příjem slunečního záření (Rehák, 1992). Vrbová et Kerouš (2005) zmiňují, že sluneční paprsky, které zlepšují a urychlují vývoj zárodků ve vajíčkách, dokáží zvýšit teplotu vajíček dokonce až o 10 °C. Zároveň pigment chrání vajíčka před zvýšenou hladinou

ultrafialového záření (Vrbová et Kerouš, 2005). Snůšky bývají protkány i vodními kanálky, které zlepšují životní podmínky pro všechny zárodky, např. šíření tepla nebo přísun kyslíku. Starší chomáče jsou na povrchu pokryty vodními řasami, které se také pravděpodobně podílejí na zvyšování koncentrace kyslíku ve snůšce (Rehák, 1992).



**Obr. 2.** Dobře rozeznatelné animální (tmavé) a vegetativní (světlé) póly u vajíček skokana hnědého (foto Lucie Žáčková).

### ***Rana arvalis***

Samice *R. arvalis* kladou pevné shluky vajíček na dno v blízkosti vegetace většinou v noci. Snůšky jsou uloženy jednotlivě, ale i ve větších nepravidelných shlucích (Maštera, 2008a). I když jsou snůšky kladeny v těsné blízkosti, jsou na rozdíl od snůšek *R. temporaria* rozeznatelné, protože spolu nesplývají (Zavadil et Leypold, 1986). Snůška v podobě chomáče vajíček, který může být tvořen i třemi menšími částmi, vyplave k hladině během 24 hodin (Rehák, 1992). Můžeme se ovšem setkat i s názorem, že snůšky skokana ostronosého zůstávají po celou dobu u dna a po nabobtnání slizového obalu k hladině nestoupají (Mikátová et Vlašín, 2002).

Údaje o počtu vajíček ve snůškách se v literatuře docela dost liší. Arnold et Ovenden (2002) uvádějí nejvyšší počet, a to až 4 000 kusů vajíček, které tvoří jednu třetinu až polovinu původní hmotnosti samice (Arnold et Ovenden, 2002). Shluk vajíček nejčastěji však obsahuje 1 000 – 3 000 vajíček (Rehák, 1992; Maštera, 2008a). Vajíčka skokanů ostronosých jsou nejmenší v porovnání se zbytkem našich hnědých skokanů. Mají dokonce tenčí i průhlednější

rosolovitý obal. Vajíčko se slizovým obalem dosahuje zhruba 6 – 9 mm a samostatné vajíčko maximálně 2 mm (Rehák, 1992; Maštera, 2008a).

I přes své rozměry, jsou vajíčka velice odolná proti nízkým teplotám. Teplota ve snůškách je vyšší než okolní teplota vody, a to díky již zmíněné schopnosti černého animálního pólu akumulovat teplo (Rehák, 1992). Vajíčka se vyvíjejí zhruba 2 – 4 týdny (Arnold et Ovenden, 2002). Rychlost vývoje ovšem závisí na okolní teplotě, a proto se doba liší v různých lokalitách. Rozsah rychlosti vývoje se může pohybovat od 3 – 21 dnů (Rehák, 1992).

### ***Rana dalmatina***

Skokani štíhlí jsou nároční na výběr reprodukčního místa. Vybraná vodní plocha musí být vhodná pro případné zimování, vývoj vajíček i pulců (Rehák, 1992). Samice nevybírají místa pro kladení vajíček náhodně. Podle některých studií samice *R. dalmatina* preferují z části otevřenou krajinu (Ponsero et Joly, 1998; Bernini et al., 2004) a vyhýbají se prostředím smíšených dubových lesů s vrby *Salix caprea* a *S. alba* (Bernini et al., 2004) a lesním nádržím, které jsou zastíněné, s nedostatkem kyslíku a nízkou produktivitou (Ponsero et Joly, 1998). V jiné studii se můžeme dočíst o pravém opaku. Bartoň et Rafiński (2006) uvádějí charakteristiky lokalit, na kterých pozorovali skokany štíhlé se skokany hnědými. Jednalo se o opadavé a smíšené lesy s hojným zastoupením borovice lesní (*Pinus silvestris*), břízy bělokoré (*Betula verrucosa*), dubu letního (*Quercus robur*) a olše (*Alnus* sp.). Reprodukční nádrže se nacházely buď přímo v lese nebo nedaleko od něj (Bartoň et Rafiński, 2006). Dokonce na západě Francie bylo v lesních stanovištích skokana štíhlého nalezeno dvakrát více snůšek než v nádržích v otevřené krajině (Lesbarrères et Thierry, 2002). Samice se pokouší uložit snůšku na místa s minimálním počtem predátorů, s dostatkem potravních zdrojů a s optimálními teplotními a chemickými vlastnostmi (Ficetola et al., 2006a). Na lokalitách se znečištěnou a zároveň se zastíněnou vodou dochází k plesnivění a následnému odumírání snůšek (Vrbová et Kerouš, 2005). Dalšími faktory, které zvyšují šance přežití pulců, jsou sluneční osvit, distribuce ostatních živočichů a rostlin a hloubka vodní nádrže. Nejčastěji zaznamenaná hloubka dosahovala 29 cm. Nízká hloubka vody zaručuje rychlé prohrátí vodního sloupce a tím i urychlení vývoje vajíček. Rychlý vývoj zvyšuje přežití larev (Ficetola et al., 2006b).

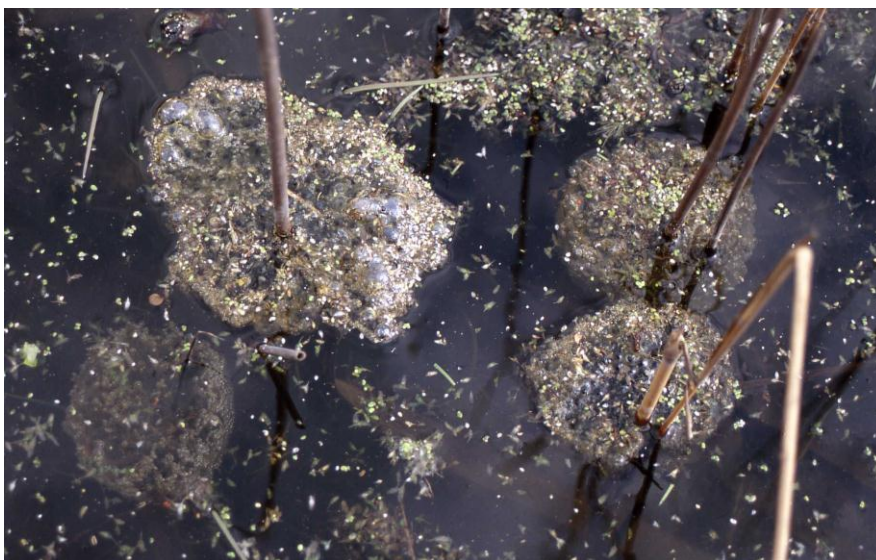
Samice připevňují snůšky k nějakému úzkému delšímu předmětu, např. stébla rákosu (Obr. 3) a jiných vodních trav, větve nebo dokonce i dráty, a umísťují je pod hladinou u břehu (Zavadil, 1986; Rehák, 1992). Fixování snůšek k rostlinám snižuje nebezpečí, že by snůška



odplavala na nevhodné místo a připevnění snůšek pod hladinou snižuje riziko zamrznutí během studených nocí (Ficetola et al., 2006a). Po několika dnech dochází k nabobtnání rosolovitého obalu a tudíž k vyplouvání vajíček směrem k hladině. Snůšky připevněné k těžším předmětům ztrácejí při vzestupu k hladině svůj pravidelný tvar. Čím déle zůstává snůška pod hladinou, tím delší je její vývoj. Vývoj samozřejmě závisí na mnoha faktorech, v tomto případě na teplotě vody ve vodním sloupci (Zavadil, 1986; Rehák, 1992). Jakmile se chomáč vajíček dostane na hladinu, tak svrchní vrstva zárodků zaschne, ale ostatní jedinci pokračují ve standardním vývoji (Zavadil et Leypold, 1986). Snůšky nebývají kladeny v hromadných aglomeracích a jejich poloha přibližně odpovídá rozmístění samců na volacích místech (Rehák, 1992; Lesbarrères et al., 2008). Minimální naměřená vzdálenost mezi dvěma snůškami oplodněná různými samci byla 1 m (Ficetola et al., 2006a). Byly ovšem pozorovány i agregace snůšek různých samic skokana štíhlého, které se skládaly z 2 – 6 snůšek. V letech 2003 a 2004 v severní Itálii bylo zjištěno, že pouze 35 % snůšek *R. dalmatina* je izolovaných (Ficetola et al., 2006a).

Čerstvé snůšky můžeme v přírodě pozorovat už od poloviny března (Zavadil, 1986; Rehák, 1992) hned, jak začne tát sníh, ale i tak byly snůšky nalezeny zamrzlé v ledu (Bartoň et Rafiński, 2006). Dokonce jedna studie stanovila průměrné naklazení snůšek v 70. dnu v roce (Hartel, 2008). Jejich průměrná velikost se nejčastěji pohybuje okolo 10 cm (Zavadil et Leypold, 1986; Rehák, 1992). Můžeme se setkat i s případy, kdy samice snese více menších snůšek (Rehák, 1992), ale nejčastěji kladou jednu (Rehák, 1992; Ficetola et al., 2006a; Lesbarrères et al., 2008).

Autoři zabývající se skokanem štíhlým se shodují na maximálním počtu vajíček jen s mírnými odchylkami. Nejvyšší udávaný počet je 2 000 vajíček ve snůšce (Rehák, 1992; Zavadil et Vlašín, 1997; Arnold et Ovenden, 2002; Vrbová et Kerouš, 2005; Maštera, 2008a). Nejnižší počet vajíček ve shluku dosahuje nejčastěji 600 kusů (Rehák, 1992), ale můžeme se i dočíst o 450 vajíček ve snůšce (Arnold et Ovenden, 2002). Vajíčka jsou kulovitého tvaru a dosahují s rosolovitým obalem velikosti 12 mm. Bez obalu mívají až 3 mm (Rehák, 1992; Maštera, 2008a). Rychlost růstu embryí je závislá na teplotě. Vývoj zárodků bývá ukončen zhruba za 2 – 3 týdny (Rehák, 1992; Arnold et Ovenden, 2002; Mikátová et Vlašín, 2002).



**Obr. 3.** Typické uchycení snůšek skokana štíhlého na stéblech rákosu (foto Martin Šandera).

### ***Rana temporaria***

Samice skokana hnědého si vybírají pro naklazení vajíček převážně mělké vodní plochy o hloubce do 30 cm a s dostatkem vegetace. Snůšky ale nejsou k rostlinám připevňovány na rozdíl od zbylých dvou druhů (Arnold et Ovenden, 2002). Kladení vajíček probíhá u dna vodní nádrže převážně v noci nebo časně ráno na přelomu března a dubna. Po několika desítkách hodin snůška vyplave na hladinu vlivem nabobtnání rosolovitých obalů. Čerstvě vystouplé snůšky vyčnívají několik milimetrů nad hladinou (Rehák, 1992; vlastní pozorování). Po určité době se obaly částečně vstřebají a snůšky s hladinou začnou splývat (Rehák, 1992). Byly pozorovány případy, kdy snůšky byly naklady na sníh a po roztátí sněhu rosolovité obaly nabobtnaly a vytvořily kolem zárodků až 1cm ochrannou vrstvu. Mortalita v těchto případech dosahovala zhruba 50 % (Zavadil et Leypold, 1986). Vajíčka *R. temporaria* jsou dobře přizpůsobená na kolísající teplotu a změnu podmínek prostředí na jaře. Určité procento jedinců vydrží zamrznutí v tenkém ledu i ochlazení až do - 6 °C. Kladení a úspěšný vývoj zárodků je fixován na nižší jarní teploty (Rehák, 1992).

Samice *R. temporaria* snáší 1 snůšku, ale výjimečně nejsou ani 2 snůšky. Kvůli velkému počtu chomáčů nakladených v těsné blízkosti v nádrži různými samicemi snůšky splývají a vytvářejí dojem jednotného nepravidelného shluku. Jednotlivé snůšky jsou od sebe nerozlišitelné (Arnold et Ovenden, 2002). Izolovaná snůška je průměrně velká 20 – 25 cm a je nepravidelného kulovitého až elipsoidního tvaru (Zavadil et Leypold, 1986). Opět se můžeme setkat s rozdílnými údaji o rozměrech shluků vajíček. Rehák (1992) udává, že velikost snůšek se pohybuje v rozmezí 15 – 30 cm (Rehák, 1992).

Jednotlivé chomáče nejčastěji obsahují 1 000 – 2 500 kusů vajíček (Kolman et Nečas, 1997). Můžeme se ale setkat i s pozorováním snůšek čítajících víc jak 4 000 vajíček (Arnold et Ovenden, 2002; Vrbová et Kerouš, 2005) nebo naopak méně jak 1000 vajíček (Vignes, 2010). Zaznamenané rozdílné počty vajíček mohou být způsobeny nakladením od různě velkých samic, protože velikost vajíček, jejich počet ve snůšce a celková velikost snůšek je závislá na velikosti samice (Rehák, 1992; Vignes, 2010). Samice ztrácí nakladením vajíček až 1/3 ze své původní hmotnosti (Vignes, 2010). Vajíčka se vyvíjejí přibližně 1 – 2 týdny. Samozřejmě růst vajíček a později i pulců je závislý na klimatických podmínkách (Arnold et Ovenden, 2002). V teplejších oblastech je proto doba líhnutí kratší, v chladnějších pásmech, např. i v našich zeměpisných šířkách, se může vývoj zárodků prodloužit až na 28 dní (Mikátová et Vlašín, 2002).

Vajíčko i s rosolovitým obalem je průměrně 8 – 11 mm velké. Samostatné vajíčko má 2 – 3 mm. Velikost vajíček je závislá na rozměrech samice, ale i na zeměpisné poloze. Na lokalitách o vyšších nadmořských výškách a vyšších zeměpisných šířkách jsou vajíčka větší. Pravděpodobně se jedná o adaptaci na nepříznivé podmínky, protože z většího vajíčka se líhne větší pulec, který má větší šance na přežití (Rehák, 1992).

### **3.7. Vývoj zárodku a metamorfóza**

Pro většinu žab je typický nepřímý vývoj přes larvu, tzv. pulce. Délka embryonálního a larválního období je druhově specifická (Rehák, 1992). Popis žabích embryí a larev je zhruba od 40. let minulého století usnadněn používáním tabulek (Shumway, 1940), ve kterých je zachycen vývoj zárodků od oplodnění až po metamorfovaného jedince (Gosner, 1960). Na tvorbě „vývojových“ tabulek se podílelo několik autorů. V roce 1940 představil Shumway svoji verzi, kdy se zaměřil na druh *Rana pipiens*, jehož přeměnu v pulce rozdělil na 25 stádií (Shumway, 1940). O několik let později Taylor et Kollros (1946) zpracovali vývoj *R. pipiens* od pulce až po čerstvě metamorfovanou žabku opět do 25 stádií (Taylor et Kollros, 1946). V 50. letech minulého století byla publikována kompletní tabulka embryonálních a larválních stádií. Tentokrát byl pozorovaným objektem druh ropuchy, *Bufo valliceps*. Autoři Limbaugh et Volpe (1957) rozdělili vývoj do 46 stádií (Limbaugh et Volpe, 1957). Jednalo o tabulku, která vycházela z dřívějších poznatků. Posledně jmenovaný systém je adekvátní pro určení zástupců Pelobatidae, Bufonidae, Hylidae a samozřejmě také Ranidae, protože změny v raném embryu od fertilizace přes rýhování, stádium blastuly a gastruly jsou u většiny druhů žab podobné (Gosner, 1960). Rychlost vývoje embryí a pulců je ovlivněna teplotními

podmínkami (Laugen et al., 2003) a následně i dostatkem potravy a přítomností již starších pulců, kteří dokáží chemicky inhibovat vývoj mladších jedinců (Pikulik, 1977).

Prvním stádiem je oplodnění vajíčka a jeho rotace, kdy se animální pól přemisťuje do horní části (Gosner, 1960). V druhém stádiu dochází k přemístění sekundárního polárního tělíska do pigmentové části. Následuje 7 stádií rýhování, kdy se pravidelnost dělení postupně zmenšuje a stádia se od sebe liší velikostí jednotlivých blastomer (Limbaugh et Volpe, 1957). Involucí buněk na rozmezí tmavé a světlé hemisféry v 10. stádiu dochází ke gastrulaci a ve 13. stádiu začíná neurulace. O tři stádia později je už vyvinuta neurální trubice. Následují stádia, kdy už lze rozpoznat hlavovou a ocasní část. Začíná pracovat svalstvo (18. stádium) a srdce (19. stádium) a už jsou viditelné vnější žábry (20. stádium), které jsou později spojeny s vnějším prostředím pomocí dýchacímu otvoru, který se nazývá spiraculum. Spiraculum se u všech našich hnědých skokanů nachází na levé straně těla. V tomto období dochází také k vývoji ústních částí s rohovitými zoubky (Gosner, 1960). Od 21. stádia už lze pozorovat na zárodku oči s průhlednou rohovkou. Následně se začínají tvořit pigmentové buňky, chromatofory. U pulců můžeme pozorovat tři typy pigmentových buněk: tmavé melanofory, žlutavé xanthofory a matně bělavé iridofory (Limbaugh et Volpe, 1957).

Po vylíhnutí se pulci našich hnědých skokanů v mělčinách formují do velkých skupin. Početně hustá seskupení ovlivňují úspěšnost jejich vývoje (Kuzmin, 1999). Už v období mezi 21. – 25. stádiem se pulci začínají volně pohybovat pomocí mohutného ocasu. Posléze jsou schopni shánět si potravu (Gosner, 1960). Pulci zemních skokanů jsou všežraví. Živí se řasami, detritem a některými bezobratlými, např. Collembola a Acarina. Podíl rostlinné a živočišné potravy se různí v závislosti na průběhu ontogeneze (Kuzmin, 1999). V této době je správná identifikace druhu poměrně těžká, např. pulci rodu *Rana* si jsou celkově velmi podobní a liší se mezi sebou jen v nepatrných rozdílech (Arnold et Ovenden, 2002). Jednou z hlavních a nápadných vývojových etap larválního období je diferenciace končetin (Rehák, 1992). Vývoj končetin začíná zhruba ve 26. stádiu a trvá 14 stádií, kdy dochází k postupnému prodlužování končetinových pupenů, k zvětšování jejich průměru a nakonec ke tvorbě jednotlivých prstů (Limbaugh et Volpe, 1957). V tomto období u pulců začíná tzv. předmetamorfická fáze, kdy se organismus začíná připravovat na drastické změny během metamorfózy (Rehák, 1992).

Při metamorfóze dochází ke ztrátě všech larválních znaků. Změny jsou řízeny hormonálně, ale i vlivem vnějšího prostředí. Hlavním cílem je, co nejlépe se připravit na suchozemský či obojživelný způsob života (Rehák, 1992). Průběh přeměny pulce v žábu řadíme mezi stádium 42. – 46. Velice viditelnou změnou je celkové zkrácení těla v důsledku

resorpce ocasu (Limbaugh et Volpe, 1957). Dále dochází k přeměně již nepotřebných orgánů, např. žaber, na nové. Postupně se vytváří oční víčka, střední ucho a bubínek (Rehák, 1992). Také zaznamenáváme změny ve stavbě kloakálního otvoru, úst a kůže (Gosner, 1960).

Růst čerstvě metamorfovaných žab je nepravidelný. Žáby rostou nejrychleji do dosažení pohlavní dospělosti a při hibernaci a aestivaci nerostou vůbec (Rehák, 1992). Po přeměně pulců v malé žabky nemusí být u všech determinace zcela jednoduchá. Pro správné určení žabích larev se využívá několika charakteristik. Znalost vnější a vnitřní morfologie larev, jejich chování, zbarvení a místa výskytu hodně ulehčí určování druhu (Grillitsch et Grillitsch, 2008). Zemní skokani, *R. arvalis* a *R. temporaria*, mohou být od sebe spolehlivě rozeznáni poměrem délek vnitřního metatarzálního hrbolu (callus internus, c. in.) a prvního prstu na zadní noze (digitus primus, d. p.). U *R. arvalis* je c. in. delší než d. p., ale u *R. temporaria* je to naopak. Této skutečnosti lze využít pro určování nově metamorfovaných jedinců, ale jen u zmíněných druhů, protože u *R. dalmatina* je c. in. relativně stejně velký jako d. p. (Fog, 2008). Určovat pulce hnědých skokanů podle velikosti může být zavádějící, ale i tak se setkáme se studiemi využívajícími tento znak (Grillitsch et Grillitsch, 2008). Celkově nejvhodnějším určováním pulců je kombinování determinačních znaků, např. rozsah a zbarvení obličejové masky, celkové zbarvení těla, průměr velikosti oka, délka tlamky apod. (Fog, 2008). Autoři Grillitsch et Grillitsch (2008) využívají pro determinaci pulců hnědých skokanů i ústní struktury, vnější žábry a ocas. Podle jejich výsledků mají pulci *R. temporaria* v porovnání se zbylými druhy největší žábry s nejpočetnějšími žaberními filamenty (Grillitsch et Grillitsch, 2008).

### ***Rana arvalis***

Přeměna pulců skokana ostronosého v žabu probíhá v závislosti na regionu od začátku června až po říjen (Kuzmin, 1999). Larvální vývoj trvá přibližně 3 měsíce (Mikátová et Vlašín, 2002), ale v jižních lokalitách jsou známy i kratší doby vývoje (Rehák, 1992). Pulci *R. arvalis* jsou, v porovnání se zbylými druhy, nejmenší (Grillitsch et Grillitsch, 2008). Čerstvě vylíhlí jedinci dosahují délky 7,5 mm. Maximální velikost starších pulců je 4,5 cm (Rehák, 1992; Arnold et Ovenden, 2002; Maštera, 2008b). Čerstvě metamorfovaní jedinci skokana ostronosého dosahují délky 10 – 29,3 mm (Juszczyk, 1974).

Většina autorů se shodne nad tmavým zbarvením pulců skokana ostronosého. Hřbet bývá hnědavý až černý, ventrální strana šedivá a na těle lze rozeznat „zlaté“ skvrnky (Rehák, 1992; Arnold et Ovenden, 2002; Maštera, 2008b). Názory autorů se ovšem liší v popisu zbarvení ploutevního lemu. Arnold et Ovenden (2002) uvádějí, že ploutevní lem pulců je

skvrnitý (Arnold et Ovenden, 2002), ale v jiné literatuře se dočteme o opaku (Maštera, 2008b).

Na svrchní straně jsou umístěné oči, které jsou blíže ke středu těla (Maštera, 2008b). Pulci *R. arvalis* mají 2 – 3 horní řady zoubků a 3 dolní řady, jako zelení skokani (Rehák, 1992; Arnold et Ovenden, 2002; Maštera, 2008b). Ústní otvor je tmavě ohraničen, jako i u zbývajících dvou druhů (Rehák, 1992; Arnold et Ovenden, 2002; Grillitsch et Grillitsch, 2008; Maštera, 2008b).

### ***Rana dalmatina***

Metamorfóza pulců *R. dalmatina* probíhá od konce června do začátku srpna podle lokality. Byly sledovány i případy přezimování pulců (Kuzmin et Cavagnaro, 1999). V našich podmínkách dochází k přeměně nejčastěji v červnu nebo i v červenci (Mikátová et Vlašín, 2002). Čerstvě vylíhlí pulci jsou velcí 8 – 15 mm. Postupem času dorůstají až 6 cm (Rehák, 1992). Metamorfované žabky mívají 1 – 2 cm (Lác, 1959; Arnold et Ovenden, 2002).

Pulci jsou černohnědí a mají světle hnědé břicho s drobnými skvrnkami (Arnold et Ovenden, 2002; Vrbová et Kerouš, 2005). Ocasní lem je skvrnitý, relativně vyšší a začíná ve střední části těla (Maštera, 2008b). Konec ocasu bývá zúžený (Rehák, 1992).

V horní části ústního disku jsou 3 řady zoubků, ale dolní část je tvořena 4 řadami. První řada na spodním rtu je zhruba velká jako poloviční délka druhé řady (Arnold et Ovenden, 2002; Maštera, 2008b).

### ***Rana temporaria***

K proměně pulců dochází u nás od června do října (Kolman et Nečas, 1997; Vrbová et Kerouš, 2005). Změnou klimatických podmínek se prodlužují i doby líhnutí. V severním Finsku první pulci metamorfují až v pozdním červenci, většina však v srpnu a i dokonce na začátku září. Existují údaje o metamorfóze jedinců začátkem října, kdy už obvykle v dané lokalitě zamrzají rybníky (Alho et al., 2008). Pulci v našich podmínkách vzácně i přezimují (Vrbová et Kerouš, 2005), ale v severnějších regionech nejsou důkazy o úspěšném přezimování (Alho et al., 2008). Pulci se líhnou 7. – 10. den po nakladení snůšky (Rehák, 1992). Čerstvě po vylíhnutí jsou pulci 8 – 15 mm velcí (Arnold et Ovenden, 2002). Nejčastěji udávaná délka těla vyvinutých pulců je 4,5 cm (Rehák, 1992; Arnold et Ovenden, 2002; Maštera, 2008b). Rozměry čerstvě metamorfovaných jedinců skokana hnědého se pohybují nejčastěji mezi 10 – 21 mm (Młynarski ex Rehák, 1992).

Pulci skokana hnědého jsou hnědí až tmavě hnědí. Tělo i ocasní lem jsou skvrnitě (Maštera, 2008b). Ploutevní lem je nejširší ve své střední části (Rehák, 1992). Ocas pulců je tupě zakončen (Arnold et Ovenden, 2002). Svrchní část ústního terče je tvořena 3 řadami retních zoubků. Horní řada je celistvá na rozdíl od zbývajících dvou, které jsou uprostřed přerušené. Ve spodní části rozeznáme 4 řady zoubků, kdy první horní řada je přerušená a rovna dvou třetinám druhé řady. Zbylé řady jsou celistvé (Arnold et Ovenden, 2002; Maštera, 2008b).

#### 4. Diskuze

Existuje velké množství studií, ve kterých se autoři zabývají hnědými skokany a jejich životními strategiemi. Jak jsme si mohli všimnout v textu, tak v některých otázkách týkajících se reprodukce *R. arvalis*, *R. dalmatina* a *R. temporaria* se jednotlivé studie navzájem vyvracejí i v těch nejmenších detailech. Jednotný názor nezastávají autoři ani u zimování dospělých skokanů hnědých, kdy Rehák (1992) a Kolman et Nečas (1997) uvádějí, že dospělci skokanů hnědých zimují ve vodě, ale v jiné práci se dočteme o pravém opaku (Laitinen et Pasanen, 1998). Jinde se zase autoři neshodují v počtu vajíček ve snůškách u jednotlivých druhů, početním zastoupením samců a samic ve vodní nádrži či v hlasových projevech samců, kdy jsou např. udávány rozdílné vzdálenosti, kam až jsou samci slyšet (Zavadil, 1984a; Zavadil, 1984b; Šandera in verb.).

Dokonce vznikají i odlišné názory na výběr míst určených k reprodukci skokana štíhlého. Samice *R. dalmatina* si vybírají pro uchycení snůšek úzké delší předměty, nejčastěji stébla rákosu či opadané větévky. Proto se dá očekávat, že samice budou dávat přednost nádržím s dostatkem vegetace (Ficetola et al., 2006a). Na některých sledovaných lokalitách České republiky nebyla v reprodukčních nádržích pozorována žádná vegetace nebo jen v malé hustotě (vlastní pozorování). Odborná veřejnost není zatím jednotná v názoru, jestli skokani štíhlí upřednostňují pro rozmnožování vodní nádrže v otevřené krajině (Ponsero et Joly, 1998; Bernini et al., 2004) nebo v lese (Lesbarrères et Thierry, 2002; Bartoň et Rafiński, 2006). Na sledovaných lokalitách byly snůšky nakladeny v otevřené krajině, ale břehy byly alespoň z části olemovány listnatými stromy, jejichž spadlé větve zajišťovaly podmínky pro uchycení snůšek skokana štíhlého (vlastní pozorování).

Další rozporuplnou otázkou je, jestli poměr velikostí samce a samice v amplexu hraje důležitou roli v reprodukčním úspěchu, v délce trvání amplexu či ve velikostech nakladených snůšek. V textu jsme se mohli dočíst o dvou protichůdných názorech. U skokana hnědého byl prokázán pozitivní vliv podobné velikosti samců a samic na reprodukční úspěch (Vojar, 2006), kdežto Sagvik et Uller (2008) nemohli stejné tvrzení u skokana ostronosého doložit, spíš se přikláněli k názoru, že velikost jedinců v amplexu má zanedbatelný vliv na úspěšnost rozmnožování (Sagvik et Uller, 2006). Většina autorů se ale shodne nad tím, že v amplexu bývá nejčastěji menší samec (Vieites et al., 2004; Lyapkov et al., 2007; Vignes, 2010)



## 5. Závěr

Ve své bakalářské práci jsem shrnula poznatky o období reprodukce u hnědých skokanů České republiky a rozdíly mezi jednotlivými druhy. Skokan ostronosý, skokan štíhlý a skokan hnědý si jsou v mnohém velmi podobní. Samotnému rozmnožování předchází ukončení zimního spánku a migrace ze zimovišť na místa reprodukce a posléze „vábení“ samic samci. Jako první v našich podmínkách ukončuje hibernaci a začíná se rozmnožovat skokan štíhlý, následuje ho skokan hnědý a s mírným zpožděním skokan ostronosý. Samotné reprodukční období u všech našich hnědých skokanů dohromady trvá od konce února až po duben. Následně se dospělci rozmístí na svá letní stanoviště. S reprodukcí však úzce souvisí i výsledek rozmnožování – vajíčka ve formě rosolovitých chomáčů, ze kterých se zhruba po 1 – 4 týdnech v závislosti na klimatických podmínkách vykulí několik milimetrů dlouzí pulci. Larvální období trvá u *R. arvalis* a *R. dalmatina* přibližně stejnou dobu, a to přibližně 3 měsíce. Přeměnění jedinci vylézají z vody během června a července. Doba larválního vývoje *R. temporaria* je variabilní a metamorfovaní jedinci opouštějí vodu od června do října. Na podzim se dospělci, juvenilové a v případě skokana hnědého, za určitých okolností, i pulci připravují k hibernaci, během níž dochází u pohlavně dospělých jedinců ke zrání pohlavních buněk.

## 6. Seznam použité literatury

**Alho, J. S., Herczeg, G., Merilä, J.;** 2008: Female-biased sex ratios in subarctic common frogs. *Journal of Zoology*, 275: 57 – 63

**Alho, J. S., Matsuba, C., Merilä, J.;** 2010: Sex reversal and primary sex ratios in the common frog (*Rana temporaria*). *Molecular Ecology*, 19: 1763 – 1773

**Arnold, N. et Ovenden, D.;** 2002: Reptiles & amphibians: Britain & Europe. London: HarperCollins Publishers, 288 pp.

**Bartoń, K. et Rafiński, J.;** 2006: Co-occurrence of agile frog (*Rana dalmatina* fitz.in Bonaparte) with common frog (*Rana temporaria* L.) in breeding sites southern Poland. *Polish Journal of Ecology*, 54: 151 – 157

**Berger, L.;** 1975: Gady i płazy (Amphibia et Reptilia). Fauna sładkowodna Polski 4. Warszawa – Poznań: PWN, 110 pp.

**Bernini, F., Gentili, A., Merli, E.;** 2004: *Rana dalmatina* and *R. latastei*: habitat selection, fluctuation in egg clutch deposition and response to exceptional floods in northern Italy. *Italian Journal of Zoology*, 2: 147 – 149

**Elmberg, J.;** 1986: Apparent lack of territoriality during the breeding season in a boreal population of common frogs *Rana temporaria* L. *Herpetological Journal*, 1: 81 – 85

**Elmberg, J.;** 1991a: Factors affecting male yearly mating success in the common frog, *Rana temporaria*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 28: 125 – 131

**Elmberg, J.;** 1991b: Ovarian cyclicity and fecundity in boreal common frof *Rana temporaria* along a climatic gradient. *Functional Ecology*, 5: 340 – 350

**Elmberg, J. et Lundberg, P.;** 1991: Intraspecific variation in calling, time allocation and energy in breeding male common frogs *Rana temporaria*. *Annales Zoologici Fennici*, 28: 23 – 29

**Ficetola, G. F., Valota, M., De Bernardi, F.;** 2006a: Temporal variability of spawning site selection in the frog *Rana dalmatina*: consequences for habitat management. *Animal Biodiversity and Conservation*, 29.2: 157 - 163

- Ficetola, G. F., Valota, M., De Bernardi, F.;** 2006b: Within-pond spawning site selection in *Rana dalmatina*. Atti del V Congresso Nazionale Societas Herpetologica Italica. Firenze University Press: 113 – 116
- Fog, K.;** 2008: Determination of newly metamorphosed froglets of the brown frogs *Rana arvalis*, *R. temporaria* and *R. dalmatina*. D. Glandt & R. Jehle (Hrsg.): Der Moorfrosch / The Moor Frog, 13: 77 – 80
- Garanin, V. I.;** 1977: K izučeníju migracij amfibij. Gerpetologičeskij Sbornik, 4: 63 – 64.
- Gibbons, M. M. et McCarthy, T. K.;** 1984: Growth, maturation and survival of frogs *Rana temporaria* L. Holarctic Ecology, 7: 419 – 427
- Gosner, K. L.;** 1960: A simplifield table for staging anuran ambryos and larvae with notes on identification. Herpetologica, 16: 183 – 190
- Grillitsch, B. et Grillitsch, H.;** 2008: The tadpole of *Rana arvalis wolterstorffi* in comparison to that of *R. dalmatina* and *R. temporaria*. D. Glandt & R. Jehle (Hrsg.): Der Moorfrosch / The Moor Frog, 13: 81 – 94
- Guarino, F. M. et Bellini, L.;** 1993: Reproductive activity and plasma androgen concentrations in the male of *Rana dalmatina*. Bollettino di Zoologia, 60: 281 – 286
- Hartel, T.;** 2008: Weather conditions, breeding date and population fluctuation in *Rana dalmatina* from central Romania. Herpetological Journal, 18: 1 – 5
- Hayes, T. B.;** 1998: Sex determination and primary sex differentiation in amphibians. Genetic and developmental mechanisms. Journal of Experimental Zoology, 281: 373 – 399
- Heráň, I.;** 1989: Jak cestuje skokan hnědý. Živa, 6: 275 – 277
- Jönsson, K. I., Herczeg, G., O'Hara, R. B., Söderman, F., ter Schure, A. F. H., Larsson, P., Merilä, J.;** 2009: Sexual patterns of prebreeding energy reserves in the common frog *Rana temporaria* along a latitudinal gradient. Ecography, 32: 831 – 832
- Jørgensen, C. B.;** 1981: Ovarian cycle in a temperate zone frog *Rana temporaria*, with special reference to factors determining number and size of eggs. Journal of Zoology London, 195: 449 – 458

- Jørgensen, C. B.;** 1984: Relations between hibernation and ovarian functions in a temperate zone frog, *Rana temporaria*. Acta Zoologica (Stockh.), 65: 239 – 247
- Jørgensen, C. B.;** 1992: Growth and reproduction. Environmental Physiology of the Amphibians, 437 – 467
- Juszczyk, W.;** 1974: Płazy i gady krajowe. Warszawa: PWN, 723 pp.
- Kolman, P. et Nečas, P.;**1997: In: Nečas, P., Modrý, D., Zavadil, V.: Czech Recent and Fossil Amphibians and Reptiles. An Atlas and Field Guide. Frankfurt am Main: Edition Chimaira, 94 pp.
- Köhler, A., Sadowska, J., Olszewska, J., Trzeciak, P., Berger-Tal, O., Tracy, C. R.;** 2011: Staying warm or moist? Operative temperature and thermal preferences of common frogs (*Rana temporaria*), and effects on locomotion. Herpetological Journal, 21: 17 – 26
- Kuzmin, S. L.;** 1999: dne 20. 9. 2011; [http://amphibiaweb.org/cgi-bin/amphib\\_query?where-genus=Rana&where-species=arvalis](http://amphibiaweb.org/cgi-bin/amphib_query?where-genus=Rana&where-species=arvalis)
- Kuzmin, S. L. et Cavagnaro, J.;** 1999: dne 20. 9. 2011; [http://amphibiaweb.org/cgi-bin/amphib\\_query?where-genus=Rana&where-species=dalmatina](http://amphibiaweb.org/cgi-bin/amphib_query?where-genus=Rana&where-species=dalmatina)
- Lác, J.;** 1959: Rozšírenie skokana dlhonohého (*Rana dalmatina* Bon.) na Slovensku a poznámky k jeho bionómii. Biológia Bratislava, 14: 117 – 134
- Lác J.;** 1968: Obojživelníky – Amphibia. In: Oliva O., Hrabě S., Lác J.: Stavovce Slovenska I. Ryby, obojživelníky a plazy. Bratislava: SAV, 396 pp.
- Laitinen, M. et Pasanen, S.;** 1998: Wintering site selection by the common frof (*Rana temporaria*) and common toad (*Bufo bufo*) in Finland: A behavioural experiment. Annales Zoologici Fennici, 35: 59 – 62
- Lardner, B. et Loman, J.;** 2003: Growth or reproduction? Resource allocation by female frogs *Rana temporaria*. Oecologia, 137: 541 – 546
- Laugen, A. T., Laurila, A., Merilä, J.;** 2003: Latitudinal and temperature-dependent variation in embryonic development and growth in *Rana temporaria*. Oecologia, 135: 548 – 554

**Lesbarrères, D. et Thierry, L.;** 2002: Environmental influence on the reproduction of *Rana dalmatina* (Anura, Ranidae): Implications for conservation. Bulletin de la Societe Herpetologique de France: 66 – 76

**Lesbarrères, D.; Merilä, J.; Lodé, T.;** 2008: Male breeding success is predicted by call frequency in territorial species, the agile frog (*Rana dalmatina*). Canadian Journal of Zoology, 86: 1273 – 1279

**Limbaugh, B. A. et Volpe, E. P.;** 1957: Early development of the Gulf Coast toad, *Bufo valliceps* Wiegmann. American Museum Novitates, 1842: 1 – 32

**Lofts, B.;** 1974: Physiology of the Amphibia. New York, Academic Press: 2

**Lofts, B., Wellen, J. J., Benraad, T. J.;** 1972: Seasonal changes in endocrine organs of the male common frog *Rana temporaria*, III. The gonads and the cholesterol cycles. General and Comparative Endocrinology, 18: 344 – 363

**Lyapkov, S. M.;** 2008: Geographical variation of sexual size dimorphism in the moor frog (*Rana arvalis*) in East Europe. D. Glandt & R. Jehle (Hrsg.): Der Moorfrosch / The Moor Frog, 13: 113 – 120

**Lyapkov, S. M., Cherdantsev, V. G., Cherdantseva, E. M.;** 2007: The sexual dimorphism of morphological characteristics in *Rana arvalis*. Zoologicheskij Zhurnal, 86: 1237 – 1249

**Martof, B. S.;** 1953: Territoriality in the Green Frog, *Rana clamitans*. Ecology, 34: 165 – 174

**Maštera, J.;** 2008a: Poznámky k určování snůšek obojživelníků ČR. Havlíčkův Brod: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR

**Maštera, J.;** 2008b: Poznámky k určování larev obojživelníků ČR. Havlíčkův Brod: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR

**Mikátová, B. et Vlašín, M.;** 2002: Ochrana obojživelníků. Brno: EkoCentrum, 139 pp.

**Młynarski, M.;** 1976: Nasze płazy. Warszawa: WSP, 272 pp.

**Monnet, J. - M. et Cherry, M. I.;** 2002: Sexual size dimorphism in anurans. Proceedings of the Royal Society London, 269: 2301 – 2307

- Moravec, J.**; 1994: Atlas rozšíření obojživelníků v České republice. Praha: Národní muzeum, 133 pp.
- Ogielska, M.**; 2009: Reproduction of Amphibians. USA: Science Publishers, 422 pp.
- Opatrný, E.**; 1973: In: **Hrabě, S., Oliva, O., Opatrný, E.**: Klíč našich ryb, obojživelníků a plazů. Praha: SPN, 347 pp.
- Pasanen, S. et Koskela, P.**; 1974: Seasonal and age variation in the metabolism of the common frog *Rana temporaria* in northern Finland. Comparative Biochemistry and Physiology, 47A: 635 – 654
- Pasanen, S., Sorjonen, J., Martikainen, S., Olkinuora, P.**; 1994: Orientation of the common frog to the wintering place. Annales Zoologici Fennici, 31: 279 – 282
- Pikulik, M. M.**; 1977: Eksperimental'noje izučeniye rosta i razvitija ličinek *Rana temporaria* v prirodnykh usloviyakh. Ekologija, 3: 98 – 101
- Pikulik, M. M.**; 1980: Razmnoženne travnajanoj žaby (*Rana temporaria* L.) u Belarusi. Vesci AN BSSR, 6: 106 – 111
- Ponsero, A. et Joly, P.**; 1998: Clutch size, egg survival and migration distance in the agile frog (*Rana dalmatina*) in a floodplain. Archiv fur Hydrobiologie, 142: 343 – 352
- Pravda, O., Buchar, J., Heráň, I., Pravdová, Z., Romanovský, A.**; 1982: Zoologie 3 – Obecná zoologie. Praha: SPN, 323 pp.
- Rehák, I.**; 1982: Omyly žabích samečků. Živa, 30: 68 – 69
- Rehák, I.**; 1992: In: **Baruš, V. Oliva, O. a kol.**: Fauna ČSFR. Svazek 25 – Obojživelníci. Praha: Academia, 340 pp.
- Roček, Z. et Šandera, M.**; 2008: Distribution of *Rana arvalis* in Europe: a historical perspective. D. Glandt & R. Jehle (Hrsg.): Der Moorfrosch / The Moor Frog, 13: 135 – 150
- Ryser, J.**; 1989: Weight loss, reproductive output, and the cost of reproduction in the common frog, *Rana temporaria*. Oecologia, 78: 264 – 268

- Sagvik, J. et Uller, T.;** 2008: The role of male and female body size for amplexus and fertilization success in the moor frog (*Rana arvalis*): a laboratory test. D. Glandt & R. Jehle (Hrsg.): Der Moorfrosch / The Moor Frog, 13: 151 – 158
- Shumway, W.;** 1940: Stages in the normal development of *Rana pipiens* I. External form. The Anatomical Record, 78: 139 – 144
- Souček, Z.;** 1990: Rozmnožování skokana hnědého. Živa, 1: 35 – 36
- Šandera, M.;** 2003: Skokan ostronosý v období rozmnožování. Živa, 2: 89 – 90
- Šandera, M.;** 2008: Hnědí skokani ČR. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR
- Šandera, M., Jeřábková, L., Kučera, Z.;** 2008: *Rana arvalis* in the Czech republic: Recent occurrence and surveillance problems. D. Glandt & R. Jehle (Hrsg.): Der Moorfrosch / The Moor Frog, Supplement 13: 249 – 254
- Šandera, M.;** nepub.; Netahej žábu za nohu aneb jak je (ne)snadné určování našich hnědých skokanů.
- Taylor, A. C. et Kollros, J. J.;** 1946: Stages in the normal development of *Rana pipiens* larvae. The Anatomical Record, 94: 2 – 23
- Thierry, L.;** 2009: Mating strategies and monogamy in territorial breeding anuran, *Rana dalmatina*: a result of sexual conflict? Alytes, 27: 37 – 48
- Tsiora, A. et Kyriakopoulou-Sklavounou, P.;** 2001: Male reproductive cycle of the water frog *Rana epeirotica* in northwestern Greece. Amphibia-Reptilia, 22: 291 – 302
- Vieites, D. R., Nieto-Román, S., Barluenga, M., Palanca, A., Vences, M., Meyer, A.;** 2004: Post-mating clutch piracy in a amphibian. Nature, 431: 305 – 308
- Viertel, B.;** 1999: Salt tolerance of *Rana temporaria*: spawning site selection and survival during embryonic development (Amphibia, Anura). Amphibia-Reptilia, 20: 161 – 171
- Vignes, J. C.;** 2010: Biological characteristics about the common frog (*Rana temporaria*) reproduction in a population in the French furthest South West. Munibe (Ciencias Naturales – Natur Zientziak): 131 – 148

**Vojar, J.;** 2006: Asortativní párování v průběhu reprodukce skokana hnědého (*Rana temporaria*). Herpetologické informace: Časopis ČHS, 5: 6 – 7

**Vrbová, M. et Kerouš, K.;** 2005: Obojživelníci v PP Podhradská tůň. Klenice – Mladá Boleslav: Český svaz ochránců přírody, 42 pp.

**Walsh, P. T., Downie, J. R., Monaghan, P.;** 2008: Larval over-wintering: plasticity in the timing of life – history events in the comon frog. Journal of Zoology, 276: 394 – 401

**Wells, K. D.;** 1977: The social behaviour of anuran amphibians. Anim. Behavior, 25: 666 – 693

**Zavadil, V.;** 1984a: Hlasy a biologie žab v době rozmnožování 1. Naší přírodou, 4: 20 – 21

**Zavadil, V.;** 1984b: Hlasy a biologie žab v době rozmnožování 2. Naší přírodou, 5: 20 – 21

**Zavadil, V.;** 1986: Pozorování skokana hnědého a štíhlého v době rozmnožování. Živa, 4: 150 – 151

**Zavadil, V. et Dandová, R.;** 1997: In: Nečas, P., Modrý, D., Zavadil, V.: Czech Recent and Fossil Amphibians and Reptiles. An Atlas and Field Guide. Frankfurt am Main: Edition Chimaira, 94 pp.

**Zavadil, V. et Leypold, J.;** 1986: Snůšky našich žab. Naší přírodou, 3: 54 – 55

**Zavadil, V. et Vlašín, M.;** 1997: In: Nečas, P., Modrý, D., Zavadil, V.: Czech Recent and Fossil Amphibians and Reptiles. An Atlas and Field Guide. Frankfurt am Main: Edition Chimaira, 94 pp.